

## **Knochenschraube**

Die Erfindung bezieht sich auf eine Knochenschraube, gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine Schraube mit selbstschneidendem Gewinde für Kunststoffmaterialien, welche am vorderen Gewindeende ein messerartiges Element umfasst, ist aus der US 6,158,939 GROSSBERNDT bekannt. Nachteilig an dieser bekannten Schraube ist, dass das Gewinde nur einen Gewindegang umfasst, so dass wegen des einzigen messerartigen Elementes beim Schneiden des Gewindes die Belastung auf die Knochenschraube asymmetrisch ist und eine radiale Kraft auf die Knochenschraube auftritt, welche zu einem seitlichen Auswandern der Schraubenspitze und damit zu einem taumelnden, exzentrischen Schneidevorgang führen kann, wodurch eine Querschnittserweiterung im Knochenmaterial entsteht. Die auf diese Weise geschnittenen Gewindegänge im Knochenmaterial sind grösser als das Gewindeprofil der Knochenschraube, so dass dadurch der Halt der Knochenschraube im Knochenmaterial verringert wird.

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Knochenschraube zu schaffen, deren Aussengewinde konzentrisch zur Schraubenachse in das weiche Knochenmaterial geschnitten werden kann, so dass sie mittels einem Pressitz auf dem gesamten Umfang im Knochenmaterial gehalten wird.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe mit einer Knochenschraube, welche die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist.

Die durch die Erfindung erreichten Vorteile sind im wesentlichen darin zu sehen, dass dank der erfindungsgemässen Knochenschraube

- die an jedem vorderen Ende des mehrgängigen Gewindes angeordneten messerartigen Elemente eine symmetrische Verteilung der Kräfte beim Schneiden des Gewindes gestatten;

- das radiale Pressen des Knochenmaterials konzentrisch erfolgt, so dass die Gefahr des Entstehens von Mikro- oder Makrofrakturen im Knochenmaterial erheblich eingedämmt werden kann;
- eine erwünschte radiale Vorspannung im Knochenmaterial mindestens teilweise aufrechterhalten bleibt, so dass keine Lockerung und dadurch bedingte Resorption des Knochengewebes auftreten kann; und
- eine grössere Projektionsfläche quer zur Schraubenlängsachse und damit eine erhöhte Angriffsfläche quer zur Schraubenlängsachse erreichbar ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gewinde als zweigängiges Gewinde ausgestaltet.

In einer anderen Ausführungsform ist die Schneidkante des messerartigen Elementes derart ausgebildet, dass sie einen Sektorwinkel  $\alpha$  von mindestens  $45^\circ$ , vorzugsweise mindestens  $55^\circ$  eines Gewindeumganges einschliesst.

Die dadurch erreichten Vorteile bestehen darin, dass

- das Aussengewinde nur auf dem vordersten Gewindegang messerartige Elemente mit gegenüber dem Flankenwinkel des Gewindes kleineren Flankenwinkeln und Schneidkanten aufweist und daher das Gewindeprofil nur dort in seiner Breite geschwächt ist. Durch diese Ausgestaltung des vorderen Gewindeendes ist eine bessere Retention vor allem in der Spongiosa von osteoporotischen Knochen erreichbar. Dies ist vor allem für kurze Knochenschrauben, welche an osteoporosen langen Knochen eingesetzt werden, beispielsweise am osteoporosen proximalen Femur oder am osteoporosen proximalen Humerus, von wesentlicher Bedeutung; und
- durch den grossen Sektorwinkel der Schneidkante auf dem vordersten Gewindegang ein für Knochen, insbesondere für die Spongiosa eines Knochens geeigneter Schnittwinkel erreichbar ist.

In einer anderen Ausführungsform beträgt der Sektorwinkel des messerartigen Elementes zwischen  $45^\circ$  und  $200^\circ$  eines Gewindeumganges, vorzugsweise zwischen  $55^\circ$  und  $200^\circ$  eines Gewindeganges. Diese Ausgestaltung des messerartigen Elementes hat den Vorteil, dass es einerseits keinen zu grossen Schnittwinkel für die Anwendung in einem Knochen aufweist und andererseits das Gewindeprofil nur auf einem Teil des vordersten Gewindeganges geschwächt wird.

In einer anderen Ausführungsform ist das messerartige Element derart ausgestaltet, dass es mit der hinteren Gewindeflanke einen Winkel  $\beta$  zwischen  $10^\circ$  und  $60^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $15^\circ$  und  $35^\circ$  einschliesst. Damit ist der Vorteil erreichbar, dass eine scharfe Schneidkante am messerartigen Element herstellbar ist.

In wiederum einer anderen Ausführungsform ist das messerartige Element derart ausgestaltet, dass die Schneidkante zwischen dem Gewindekern und der Gewindespitze helixförmig ausgestaltet ist.

In einer weiteren Ausführungsform ist das messerartige Element derart ausgestaltet, dass der Schnittwinkel  $\gamma'$  an der Gewindespitze, d.h. der Winkel zwischen der Tangente an die Schneidkante und der Tangente an die Hüllfläche des Gewindes an der Gewindespitze zwischen  $20^\circ$  und  $60^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $35^\circ$  und  $50^\circ$  beträgt. Bei einer spiralförmigen Ausgestaltung der Schneidkante variiert der Schnittwinkel  $\gamma$  radial. Der Schnittwinkel  $\gamma$  bestimmt das Schneideverhalten des messerartigen Elementes.

In wiederum einer weiteren Ausführungsform weist die Schneidkante an dem messerartigen Element zwischen dem Gewindekern und der Gewindespitze einen konstanten Schnittwinkel  $\gamma$  auf.

In einer anderen Ausführungsform ist die Knochenschraube derart ausgestaltet, dass das vordere Gewindeende mit dem vorderen Ende der Knochenschraube zusammenfällt. Der Vorteil einer solchen Ausführungsform besteht darin, dass sie auch für flache Knochenfragmente einsetzbar ist.

Das vordere Ende der Knochenschraube kann je nach Anwendung konvex, vorzugsweise sphärisch ausgestaltet sein oder auch mit einer konusförmigen Anschrägung versehen sein.

Das messerartige Element ist vorzugsweise sichelartig ausgestaltet, wobei die Schneidkante auf der Aussenkante des sichelförmigen, messerartigen Elementes liegt.

Die Erfindung und Weiterbildungen der Erfindung werden im folgenden anhand der teilweise schematischen Darstellungen mehrerer Ausführungsbeispiele noch näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube;

Fig. 2 eine Frontansicht der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube;

Fig. 4 eine Seitenansicht der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube;

Fig. 5 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube;

Fig. 6 eine Frontansicht der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube; und

Fig. 7 einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube.

In den Fig. 1 bis 3 dargestellt ist eine Ausführungsform der Knochenschraube 1 mit einem zweigängigen Gewinde 3, dessen vordere und hintere Gewindeflanke 7;18 radial aneinandergrenzend ein peripheres, äusseres Flankensegment 20 und ein inneres Flankensegment 21 umfassen. Die beiden Flankensegmente 20;21 haben unterschiedliche Flankenwinkel  $\delta'$  und  $\delta$ , wobei  $\delta > \delta'$  ist und der Flankenwinkel  $\delta'$  des äusseren Flankensegment 20 hier  $\delta' = 0^\circ$  ist. Die Knochenschraube 1 ist ferner mit einer zu ihrer Längsachse 2 koaxialen Zentralbohrung 9, beispielsweise zur Aufnahme eines Führungsdrahtes ausgestaltet. Das Gewinde 3 ist zweigängig, wobei jeder Gewindegang am vorderen Gewindeende 4 ein zwischen dem Gewindekern 10 und der Gewindespitze 19 angeordnetes, sichelförmiges messerartiges Element 5 mit einer konvex gekrümmten Schneidkante 6 aufweist. Bei der Gewindespitze 19 mündet die Schneidkante 6 mit einem lokalen Schnittwinkel  $\gamma'$  in die Hüllfläche des Gewindes 3. Da die Schneidkante 6 die Form einer Spirale aufweist, variiert der Schnittwinkel  $\gamma'$  zwischen der Tangente 16 an die Schneidkante 6 und der Tangente 17 eines zur Längsachse 2 konzentrischen Kreises zwischen dem Gewindekern 10 und der Gewindespitze 19. Die Ausgestaltung des messerartigen Elementes 5 ist derart, dass die Schneidkante 6 einen zwischen zwei radialen Geraden 22;23 liegenden Sektorwinkel  $\alpha$  eines Gewindeumganges einschliesst. Die Knochenschraube 1 ist hier so ausgestaltet, dass das Gewinde 3 bis zum vorderen Ende 8 der Knochenschraube 1 reicht und somit das vordere Gewindeende 4 mit dem vorderen Ende 8 der Knochenschraube 1 zusammenfällt. Ferner ist in dieser Ausführungsform das vordere Ende 8 der Knochenschraube 1 konvex ausgestaltet, wobei hier das konvexe vordere Ende 8 sphärisch mit einem Radius R ausgestaltet ist, so dass das messerartige Element 6 an der Gewindespitze 19 gemessen mit der hinteren Gewindeflanke 18 einen Winkel  $\beta$  einschliesst und mit dem äusseren Flankensegment 20 der hinteren Gewindeflanke 18 an der Gewindespitze 19 die spitze Schneidkante 6 bildet. Am hinteren Ende 12 der Knochenschraube 1 sind Mittel 14 zur Aufnahme eines Schraubendrehers angeordnet, welche hier als Innensechskant ausgestaltet sind.

Fig. 4 zeigt eine Seitenansicht der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsform der Knochenschraube 1, wobei der Winkel  $\beta$  zwischen dem äusseren Flankensegment 20 der hinteren Gewindeflanke 18 und dem messerartigen Element 5 besser erkennbar ist.

Die in den Fig. 5 und 6 dargestellte Ausführungsform der Knochenschraube 1 unterscheidet sich von der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsform nur darin, dass das vordere Ende 8 der Knochenschraube 1 nicht sphärisch gekrümmt sondern mit einer konusförmigen Anschrägung 24 ausgestaltet ist. Die Anschrägung 24 schliesst mit der Längsachse 2 einen Winkel  $\phi$  ein.

Die in Fig. 7 dargestellte Ausführungsform der Knochenschraube 1 unterscheidet sich von der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsform nur darin, dass das vordere Gewindeende 4 um einen Abstand  $a$  vom vorderen Ende 8 der Knochenschraube 1 zurückversetzt ist. Ferner ist die vordere Gewindeflanke 7 des Gewindes 3 am vorderen Gewindeende 4 sphärisch mit einem Radius  $R$  ausgebildet. Das vordere Ende 8 der Knochenschraube 1 ist ebenfalls abgerundet und weist einen Radius  $r$  auf.

Patentansprüche

1. Knochenschraube (1) mit einer Längsachse (2) und einem Gewindeschäft (15), welcher ein Gewinde (3) mit einem Aussendurchmesser  $D_A$ , einem vorderen Gewindeende (4) und einem Gewindeprofil (11) umfasst, wobei das Gewindeprofil (11) eine gegen das vordere Gewindeende (4) gerichtete, vordere Gewindeflanke (7), eine hintere Gewindeflanke (18) und einen Flankenwinkel  $\beta$  aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass
  - A) das Gewinde (3) ein mehrgängiges Gewinde ist; und
  - B) jeder Gewindegang des Gewindes (3) am vorderen Gewindeende (4) ein messerartiges Element (5) mit einer Schneidkante (6) aufweist.
2. Knochenschraube (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gewinde (3) ein zweigängiges Gewinde ist.
3. Knochenschraube (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneidkante (6) einen Sektorwinkel  $\alpha$  von mindestens  $45^\circ$ , vorzugsweise von mindestens  $55^\circ$  eines Gewindeumganges einschliesst.
4. Knochenschrauben (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneidkante (6) konvex gekrümmt ist.
5. Knochenschraube (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Sektorwinkel  $\alpha$  zwischen  $45^\circ$  und  $200^\circ$  eines Gewindeumganges beträgt.
6. Knochenschraube (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Sektorwinkel  $\alpha$  zwischen  $55^\circ$  und  $200^\circ$  eines Gewindeumganges beträgt.
7. Knochenschraube (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das messerartige Element (5) mit der hinteren Gewindeflanke (18) einen Winkel  $\beta$  zwischen  $10^\circ$  und  $60^\circ$  einschliesst.

8. Knochenschraube (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das messerartige Element (5) mit der hinteren Gewindeflanke (18) einen Winkel  $\beta$  zwischen  $15^\circ$  und  $35^\circ$  einschliesst.
9. Knochenschraube (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneidkante (6) zwischen dem Gewindekern (10) und der Gewindespitze (19) helixförmig ausgestaltet ist.
10. Knochenschraube (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das messerartige Element (5) mindestens an der Gewindespitze (19) einen Schnittwinkel  $\gamma'$  zwischen  $20^\circ$  und  $60^\circ$  aufweist.
11. Knochenschraube (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das messerartige Element (5) mindestens an der Gewindespitze (19) einen Schnittwinkel  $\gamma'$  zwischen  $35^\circ$  und  $50^\circ$  aufweist.
12. Knochenschraube (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das messerartige Element (5) einen konstanten Schnittwinkel  $\gamma$  aufweist.
13. Knochenschraube (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das vordere Gewindeende (4) mit dem vorderen Ende (8) der Knochenschraube (1) zusammenfällt.
14. Knochenschraube (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein konvexes, vorderes Ende (8) aufweist.
15. Knochenschraube (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das vordere Ende (8) der Knochenschraube (1) eine Anschrägung (24) umfasst, welche mit der Längsachse (2) einen Winkel  $\phi$  zwischen  $30^\circ$  und  $90^\circ$  einschliesst.
16. Knochenschraube (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das messerartige Element (5) vom vorderen Ende (8) der Knochenschraube (1)

betrachtet sichelartig mit einer auf der Aussenkante angeordneten Schneidkante (6) ausgestaltet ist.

17. Knochenschraube (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Gewinde (3) mindestens zwei Gewinderippen (25) umfasst, welche am Gewindekern (10) einen Flankenwinkel  $\delta$  und an der Gewindeperipherie einen Flankenwinkel  $\delta'$  aufweist.

18. Knochenschraube (1) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Flankenwinkel  $\delta$  am Gewindekern (10) grösser als der Flankenwinkel  $\delta'$  an der Gewindeperipherie ist.

19. Knochenschraube (1) nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Flankenwinkel  $\delta$  am Gewindekern (10) im Bereich von  $10^\circ$  bis  $50^\circ$ , vorzugsweise im Bereich von  $20^\circ$  bis  $40^\circ$  liegt.